

Julia Bachtrögler-Unger\*, Mathias Dolls\*\*, Paul Schüle\*\*, Hannes Taubenböck<sup>‡</sup> und Matthias Weigand<sup>‡</sup>

# Evaluation der EU-Regionalpolitik anhand von Satellitendaten

## IN KÜRZE

Unsere Studie entwickelt einen neuen Ansatz, um die lokalen Wachstumseffekte der EU-Regionalpolitik seit 2007 zu untersuchen. Für eine ausgewählte Pilotregion im Grenzgebiet zwischen Deutschland, Polen und Tschechien kombinieren wir erstmals einen Mikrodatsatz zum Erhalt von EU-Förderung auf Projektebene mit Fernerkundungsdaten verschiedener Satelliten. Dabei wird das Wachstum der regionalen Wirtschaft über Änderungen in der Intensität der jährlichen Nachlichtemissionen erfasst. Auf Gemeindeebene lässt sich zeigen, dass der Erhalt höherer Förderbeträge mit höherem Wachstum einhergeht. Die Ergebnisse dieses Projekts verdeutlichen, wie Fernerkundungsdaten effektiv genutzt werden können, um die kleinräumigen Auswirkungen regionaler Wirtschaftsförderung auch im gesamteuropäischen Kontext zu quantifizieren.

Im letzten Mehrjährigen Finanzrahmen der Europäischen Union 2014–2020 stellte die Regionalpolitik mit Ausgaben von rund 346 Mrd. Euro den zweitgrößten Haushaltsposten dar. Der Löwenanteil der Gelder für die EU-Regionalpolitik entfiel dabei auf den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), den Europäischen Sozialfonds (ESF) und den Kohäsionsfonds (KF). Während sich der Fokus dieser Förderprogramme in den letzten Jahrzehnten hin zu intelligentem, inklusivem und ökologisch nachhaltigem Wachstum verlagert hat, bleiben die Förderung des Wirtschaftswachstums in weniger entwickelten Regionen, regionale Kohäsion und die Förderung der regionalen Wettbewerbsfähigkeit wichtige politische Ziele der EU. Wie gut die EU-Regionalpolitik diesen Zielen gerecht wird, ist nach wie vor Gegenstand der Forschung.

Zahlreiche Studien haben in den letzten Jahren die Wachstumseffekte der EU-Regionalpolitik untersucht. Während Cappelen et al. (2003), Rodríguez-Pose und Fratesi (2004), Beugelsdijk und Eijffinger (2005), Maynou et al. (2016), Becker et al. (2010; 2018) sowie Cerqua und Pellegrini (2018) einen positiven Zusammenhang zwischen Förderung und Wachstum dokumentieren, können Boldrin und Canova (2001), Eggert

et al. (2007) sowie Dall'Erba und Le Gallo (2008) keinen Zusammenhang nachweisen oder finden sogar negative Effekte. Eine Meta-Analyse von Dall'Erba und Fang (2017) findet im Durchschnitt zwar eine positive Wachstumselastizität von 0,174, allerdings liegt das Ergebnis nahe null und ist mit hoher Varianz versehen: Insgesamt reichen die Schätzungen von – 7,6 bis 6,3. Ein zentrales Problem dieser Studien ist, dass die Auswirkungen der EU-Regionalpolitik aufgrund eines Mangels an räumlich genaueren Informationen nur auf Ebene der NUTS-2- und NUTS-3-Regionen untersucht werden können. Da jedoch die Fördermittel gezielt in Regionen mit niedriger Wirtschaftsleistung gelenkt werden, ist es oft schwer, direkte Auswirkungen der Regionalpolitik von anderen lokalen Wachstumstrends zu unterscheiden.

In dieser Studie, die die zentralen Ergebnisse eines Forschungsprojekts für die Bertelsmann Stiftung (Bachtrögler-Unger et al. 2021) zusammenfasst, zeigen wir, dass eine Evaluation der EU-Regionalpolitik auf räumlich deutlich feingliederiger Ebene als bisher möglich durchgeführt werden kann. Dafür kombinieren wir für eine Pilotregion im Grenzgebiet zwischen Deutschland, Polen und Tschechien einen neuen Mikrodatsatz mit Förderdaten der EU-Regionalpolitik auf Projektebene mit Fernerkundungsdaten verschiedener Satelliten. Dadurch können wir die Auswirkungen der EU-Regionalpolitik auf Gemeindeebene untersuchen. Unser Ansatz erlaubt es, Variation in der Förderintensität zwischen verschiedenen Gemeinden innerhalb derselben NUTS-2-Region zu nutzen. Die EU-Regionalpolitik fördert gezielt NUTS-2-Regionen mit geringerer Wirtschaftsleistung. Für die Verteilung der Gelder innerhalb einer NUTS-2-Region gibt es jedoch keine dezidierten Vorschriften. Unser granularer Ansatz ermöglicht daher, den mechanischen Zusammenhang zwischen Wirtschaftsleistung und Förderhöhe zu brechen, der die Interpretation früherer Studien oft erschwert hat.

In keinem der drei betrachteten Länder werden auf kommunaler Ebene Daten zur Wirtschaftsleistung erhoben. Um dennoch die Auswirkungen der Förderung auf Gemeindeebene zu messen, nutzen wir das Potenzial von Fernerkundungsdaten, mit deren Hilfe amtliche Statistiken völlig unabhängig von administrativen Raumeinheiten ergänzt werden können. Insbesondere stellen wir die Entwicklung lokaler wirtschaftlicher Aktivität durch Veränderungen in der Nachlichtemission einer bestimmten Gemeinde über

\* Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (Wifo), Wien.

\*\* ifo Institut.

‡ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).

die Zeit dar. Nachtlichtemissionen sind gut geeignet, um die Wirtschaftsleistung auf regionaler Ebene zu approximieren (Chen und Nordhaus 2011; Henderson et al. 2012). Zusätzlich berücksichtigen wir weitere aus Satellitenbildern gewonnene Indikatoren, wie den Grad der Verstädterung oder die Vegetationsdichte.

Ein erstes wichtiges Ergebnis unserer Studie ist, dass innerhalb einer bestimmten NUTS-2- oder NUTS-3-Region EU-Fördermittel *ceteris paribus* eher an Gemeinden mit höherer Wirtschaftsleistung (Nachtlichtemission), mit höherer Bevölkerung und einem geringeren Anteil an Ackerfläche fließen. Daneben dokumentieren wir systematische Unterschiede in der Verwendung der Fördermittel zwischen den Ländern unserer Pilotregion. So zeigt sich etwa, dass Gemeinden in Polen deutlich kostenintensivere Projekte als Kommunen in Deutschland oder Tschechien durchführen. Dies kann durch die Tatsache erklärt werden, dass der Großteil der Fördermittel in Polen in die besonders kostspielige Schaffung neuer Verkehrsinfrastruktur fließt. Muster wie diese können dazu beitragen, besser zu verstehen, warum in der bisherigen Literatur eine so große Heterogenität in der Wirksamkeit der EU-Regionalpolitik zwischen den Ländern und Regionen festgestellt wurde.

Um die Wachstumseffekte der EU-Regionalpolitik zu schätzen, untersuchen wir, ob Gemeinden, die mehr Fördermittel erhielten, einen höheren Anstieg

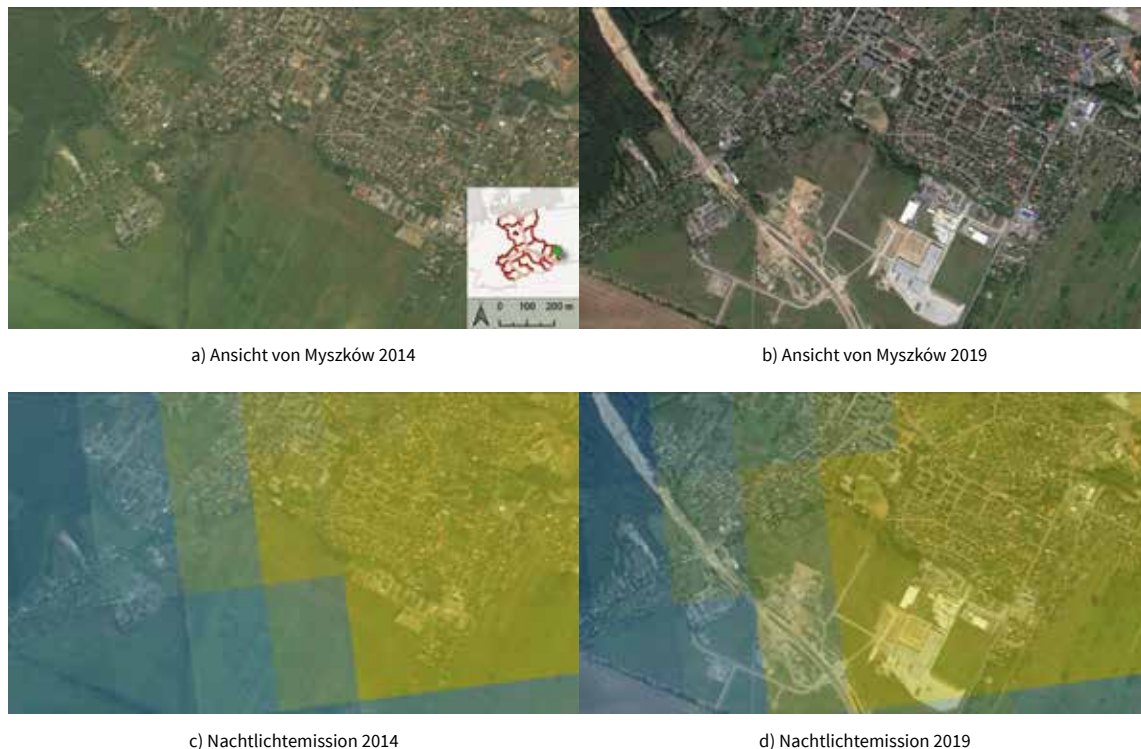
der Nachtlichtemission aufweisen. Unter sonst gleichen Bedingungen war im Zeitraum 2007–2013 der Erhalt von 1% mehr EU-Fördermitteln mit einem 0,007% höheren Wachstum der Nachtlichtemissionen verbunden. Für den zweiten Programmplanungszeitraum 2014–2020 haben wir ermittelt, dass eine Erhöhung der Fördermittel um 1% mit einem um 0,01% höheren Wachstum der Nachtlichtemissionen verbunden war. Allerdings erlauben unsere Daten momentan noch nicht, einen kausalen Einfluss der EU-Förderung auf das lokale Wirtschaftswachstum zu identifizieren. Um dies zu erreichen, wäre es notwendig, alle europäischen Regionen in den Blick zu nehmen, um exogene Variation in der Förderpolitik in verschiedenen Grenzregionen ausnutzen zu können. Die hier vorgestellte Studie dient als Pilotanalyse, die zeigt, wie eine EU-weite, systematische Evaluation der europäischen Regionalpolitik mit Hilfe von Fernerkundungsdaten vorgenommen werden kann.

### FALLBEISPIEL MYSZKÓW

Unser Ansatz kann mit Hilfe des folgenden Fallbeispiels illustriert werden. Abbildung 1 zeigt die Stadt Myszków in Polen. Dort wurde mit EU-Mitteln ab dem Jahr 2014 eine Ortsumgehungsstraße gebaut. Abbildungen 1a und 1b zeigen die Ortschaft vor und nach dem Bau der Umgehungsstraße westlich der Ortschaft in

Abb. 1

#### Bau einer Umgehungsstraße in Myszków, Polen

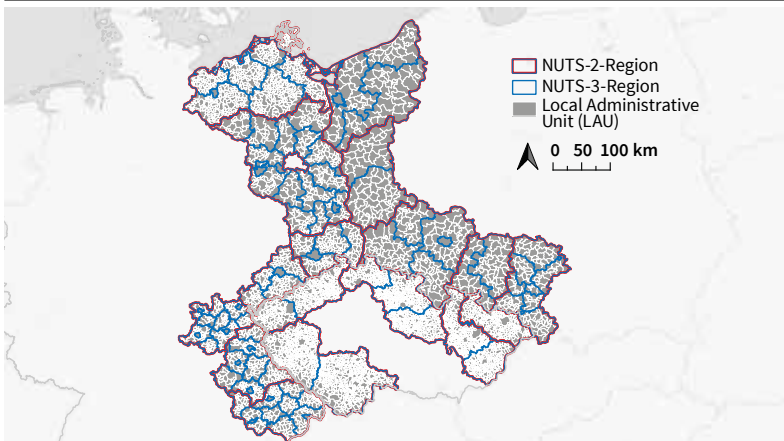


Anmerkungen: Die Aufnahmen zeigen die Stadt Myszków, Polen, vor und nach dem Bau einer Ortsumgehungsstraße. Die Aufnahmen wurden im Jahr 2014 bzw. 2019 aufgenommen. Als Folge der verbesserten Infrastruktur entwickelt sich neben der neu gebauten Umgehungsstraße ein Gewerbegebiet, das im südlichen Teil des Bildes aus dem Jahr 2019 zu sehen ist. Im unteren Panel ist darüber hinaus die durchschnittliche jährliche Nachtlichtemission abgebildet. Blaue Farben zeigen niedrige, gelbe Farben hohe Nachtlichtemissionen an. Im Bereich des neu erschlossenen Gewerbegebietes ist ein Anstieg der nächtlichen Lichtemissionen zu erkennen, während die Emissionen im Rest der Stadt relativ stabil bleiben.

Kartendaten © 2021 CNES/Airbus, Google.

Abb. 2

## Pilotregion im Grenzgebiet zwischen Deutschland, Polen und Tschechien



Anmerkungen: Die Karte zeigt die von uns untersuchte Pilotregion im Grenzgebiet zwischen Deutschland, Polen und Tschechien. NUTS-2-Regionen sind durch rote Linien abgegrenzt, NUTS-3-Regionen durch blaue und die LAUs (Gemeinden) durch weiße Linien. © ifo Institut

den Jahren 2014 und 2019. Als direkte Folge der neuen Straße entstand entlang der Umgehungsstraße ein Gewerbegebiet. Bereits 2019 siedelten sich dort erste Unternehmen an. In dieser detaillierten Ansicht ist klar erkennbar, wie dieses Projekt eine mit der wirtschaftlichen Entwicklung verbundene Landschaftsveränderung ausgelöst hat. Diese Entwicklung lässt sich auch an der Veränderung der Nachtlichtemissionen ablesen. Vergleicht man Abbildungen 1c und 1d, so lässt sich die lokale Entwicklung direkt und eindeutig mit den Veränderungen der Satellitendaten in Verbindung bringen. Die Schaffung von Gewerbegebieten im Süden führte zu einem Anstieg der Nachtlichtemissionen, während die Emissionen in der Stadt relativ stabil blieben.

Natürlich hinterlässt nicht jedes geförderte Projekt einen so deutlichen geografischen Fußabdruck. Investitionen in das Bildungssystem etwa manifestieren sich nicht unmittelbar in zusätzlichen Nachtlichtemissionen, sondern tragen eher langfristig aufgrund einer Steigerung der Standortqualität zu einer verstärkten wirtschaftlichen Aktivität bei. Daher können wir mit Satellitendaten nur einen Teil der Auswirkungen der Regionalpolitik erfassen.

## DATEN UND METHODIK

Unseren neu entwickelten Ansatz zur Evaluation der EU-Regionalpolitik wenden wir für eine Pilotregion im Grenzgebiet zwischen Deutschland, Polen und Tschechien an, die in Abbildung 2 dargestellt ist. Diese Region ist ausgewählt worden, da sie sich überwiegend aus weniger entwickelten oder sogenannten Übergangsregionen zusammensetzt und eine ausreichende Anzahl an Projekten in unserem Betrachtungszeitraum gefördert wurden.<sup>1</sup> Die Eurostat-Nomenklatur für Gebietseinheiten für die Statistik (NUTS) un-

<sup>1</sup> Weniger entwickelte Regionen weisen ein Bruttoinlandsprodukt pro Kopf von weniger als 75% des EU-Durchschnitts auf, bei Übergangsregionen liegt das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf zwischen 75–90% des EU-Durchschnitts.

terteilt die Mitgliedstaaten in kleine (Verwaltungs-) Einheiten auf mehreren Ebenen und bietet damit einen einheitlichen Rahmen. Die hier betrachtete Pilotregion umfasst insgesamt 17 NUTS-2-Regionen. Jede NUTS-2-Region unterteilt sich wiederum in mehrere NUTS-3-Regionen (entsprechen den Kreisen in Deutschland) und in eine Vielzahl sogenannter »Local Administrative Units« (LAU), die in Deutschland, Polen und Tschechien mit den Gemeinden zusammenfallen. Unsere Pilotregion umfasst 102 NUTS-3-Regionen und 6 571 LAUs, wobei letztere unsere Analyseeinheit darstellen.

Für diese Pilotregion nutzen wir einen neuen Datensatz auf Projektebene, der die beiden Förderperioden 2007–2013 und 2014–2020 umfasst.<sup>2</sup> Diese Daten beinhalten sämtliche Projekte des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Kohäsionsfonds (KF), die in diesem Zeitraum finanziert wurden. Für jedes Projekt beinhaltet unser Datensatz detaillierte Informationen zur Höhe der Förderung durch die EU, zum Startzeitpunkt, zum Förderprogramm und -zweck.<sup>3</sup> Die Förderdatenbank enthält keine geografischen Koordinaten des Projektstandortes, sondern nur die örtliche Postleitzahl. Daher wurde jede Postleitzahl und damit jedes Projekt über geografisches Matching einer Gemeinde zugeordnet. Für unsere Analyse aggregieren wir die Förderdaten auf Gemeindeebene, so dass wir für jede Gemeinde in der Pilotregion Informationen zur Anzahl der geförderten Projekte und Höhe der EU-Förderung in den beiden Förderperioden haben.

Sowohl die Gesamtzahl der geförderten Projekte als auch die Fördersummen sind dabei in unserem Betrachtungszeitraum recht unterschiedlich auf die 6 571 Gemeinden verteilt. Während jede zehnte Gemeinde keine Förderung erhielt, wurden in Dresden insgesamt fast 7 500 Projekte gefördert. Im Durchschnitt entfielen 33 Projekte auf eine Gemeinde, der Median lag bei zwölf. Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, spiegelt sich diese Heterogenität auch in der Verteilung der Förderbeträge wider. Während pro Kopf vor allem Gemeinden im wirtschaftlich schwächeren Tschechien und Polen von der Förderung profitierten, gab es auch innerhalb der drei Länder eine hohe Ungleichverteilung der Fördersummen.

Wie viel Förderung eine Gemeinde erhielt, war in beiden Zeiträumen mit der Wirtschaftsleistung

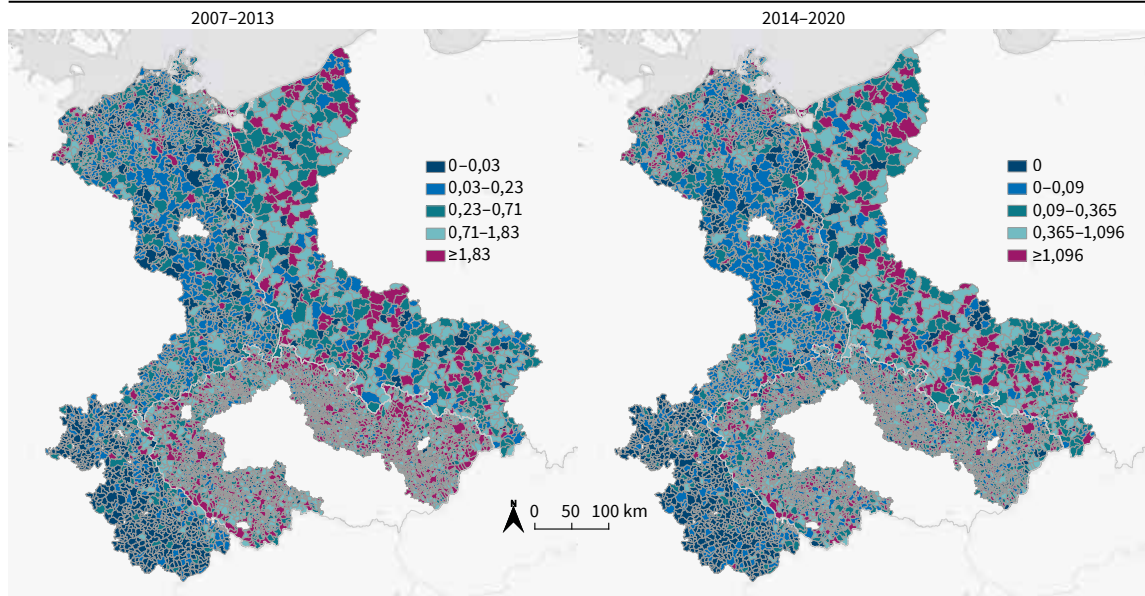
<sup>2</sup> Die Europäische Kommission stellt Informationen zur Regionalförderung nur aggregiert auf Ebene der NUTS-3- und NUTS-2-Regionen zur Verfügung. Die in unserer Studie verwendete Projektdatenbank basiert auf umfangreichen Sammlungen und der Aufbereitung von Förderdaten, die von den zuständigen Behörden in Empfänger- bzw. Projektlisten veröffentlicht werden (vgl. Bachtrögler et al. 2019 für die Förderperiode 2007–2013 und Bachtrögler et al. 2020 für die Förderperiode 2014–2020).

<sup>3</sup> Für den Zeitraum 2007–2013 ist jedes Projekt in Tschechien und Polen mittels einer von elf thematischen, von der EU-Kommission festgelegten Kategorien klassifiziert; für die deutschen Projekte erfolgte eine manuelle Zuweisung, oder es wurde die Projektbeschreibung für eine datengetriebene Zuordnung über einen Naive Bayes Classifier genutzt. Den Projekten im Zeitraum 2014–2020 ist eine von 86 Interventionskategorien zugewiesen, die wir den elf breiteren Kategorien zuordneten.



Abb. 3

## Fördersummen pro 1 000 Einwohner



Anmerkung: Summe der zugesagten EU-Mittel in Mio. Euro pro 1 000 Einwohner.  
Quelle: Berechnungen der Autoren.

© ifo Institut

(und der Höhe der Nachtlichtemissionen) korreliert. Interessanterweise bekamen innerhalb einer NUTS-2- oder NUTS-3-Region insbesondere wirtschaftsstarke Gemeinden Fördermittel zugewiesen. Auch städtische Gemeinden und solche mit höherer Bevölkerung erhielten ceteris paribus mehr Fördermittel.

Um den Einfluss der EU-Fördermittel auf die lokale wirtschaftliche Entwicklung zu messen, greifen wir auf Fernerkundungsdaten von Satelliten zurück. Insbesondere nutzen wir Daten zur Nachtlichtemission, da frühere Studien gezeigt haben, dass Nachtlichtemissionen ein guter Indikator für das Bruttoinlandsprodukt sind (Henderson et al. 2012; Chen und Nordhaus 2011). Wir verwenden Daten von zwei verschiedenen Sensoren: Für den Förderzeitraum 2007–2013 nutzen wir Satellitendaten des »Defense Meteorological Satellite Program« (DMSP), für den Förderzeitraum 2014–2020 Daten der »Visible Infrared Imaging Radiometer Suite« (VIIRS). Während die Daten des DMSP nur bis 2013 verfügbar sind, gibt es die VIIRS-Aufnahmen erst seit 2013. Da eine Kalibrierung beider Zeitreihen nur unter hohem Informationsverlust möglich ist, betrachten wir beide Förderzeiträume separat. In beiden Fällen ist unsere Zielvariable die Veränderung der gesamten Nachtlichtemission pro Gemeinde und Jahr. Auf Ebene der NUTS-3-Regionen sind Veränderungen in diesem Maß stark mit dem Wirtschaftswachstum korreliert.<sup>4</sup>

Zusätzlich zu den Nachtlichtdaten nutzen wir aus Tageslicht-Satellitenaufnahmen gewonnene Indikatoren der »Moderate Resolution Imaging Spectroradi-

ometer« (MODIS) Satelliten. Aus deren Bilddaten können Landbedeckungsklassifikationen abgeleitet werden, die wir ebenfalls in unserer Analyse verwenden. Insbesondere können wir für jede Gemeinde in der Pilotregion den Anteil der Siedlungs- und Ackerfläche berechnen. Zusätzlich zur Landbedeckung werden Informationen über Vegetationseigenschaften aus den Bildern der MODIS-Sensoren abgeleitet. Wir nutzen daraus den »Normalized Difference Vegetation Index« (NDVI), ein gut etabliertes Maß für vegetative Eigenschaften.

#### EMPIRISCHES MODELL

Das ideale Experiment, um die Auswirkungen der EU-Regionalpolitik auf das Wirtschaftswachstum zu evaluieren, würde eine Verteilung der Fördergelder auf zufällig ausgewählte Gemeinden oder Regionen vorsehen, so dass der Fördereffekt unabhängig von den regionalen Gegebenheiten untersucht werden kann. In der Praxis jedoch erhalten weniger entwickelte NUTS-2-Regionen gemäß den Richtlinien höhere Förderbeträge. Darüber hinaus ist es wahrscheinlich, dass die Höhe der EU-Fördermittel, die einer Kommune zugesagt werden, von regionalen und lokalen (unbeobachtbaren) Merkmalen abhängt, wie zum Beispiel der Verwaltungskapazität oder dem Vorhandensein gut vernetzter Akteure, die erfolgreich Fördermittel beantragen. Wie schon beschrieben, konnten wir ermitteln, dass auch innerhalb einer NUTS-2- oder NUTS-3-Region Fördermittel eher in Gemeinden mit hoher Wirtschaftsleistung (Nachtlichtemission) fließen und auch mit dem Anteil bebauter oder ländlicher Fläche variieren.

Um diese Faktoren zu berücksichtigen, kontrollieren wir bei der Schätzung der Wachstumselastizität

<sup>4</sup> Unser Nachtlichtmaß erklärt ca. 20% der Variation im BIP-Wachstum in der ersten und 10% in der zweiten Förderperiode. Diese Korrelationen sind statistisch hoch signifikant (t-Statistik > 30) und quantitativ vergleichbar mit früheren Schätzungen auf weniger disaggregierten Regionaleinheiten (vgl. Henderson et al. 2012; Lessmann und Seidel 2017).

Tab. 1

**Zusammenhang zwischen dem Wachstum der Nachtlichtemission und der EU-Förderung im Zeitraum 2007–2013**

	(1)	(2)	(3)	(4)
	ΔNLE	ΔNLE	ΔNLE	ΔNLE
Förderbetrag	0,00737*** (31,37)	0,00633*** (27,20)	0,00736*** (30,71)	0,00663*** (27,99)
log(NLE <sub>2007</sub> )	-0,0662*** (-61,43)	-0,0774*** (-68,84)	-0,0690*** (-63,70)	-0,0834*** (-73,00)
Anteil der Siedlungsfläche		0,0321** (2,94)		0,00538 (0,47)
Anteil der Ackerfläche		-0,121*** (-41,63)		-0,126*** (-40,72)
Bevölkerung		0,00000909*** (14,56)		0,0000200*** (19,59)
NUTS-2 FE	Ja	Ja	-	-
NUTS-3 FE	-	-	Ja	Ja

Anmerkungen: Diese Tabelle zeigt die Ergebnisse von vier separaten Regressionen des Wachstums der Nachtlichtemission im Zeitraum 2007–2013 auf den von jeder Gemeinde erhaltenen Gesamtförderbetrag. Die Wachstumsrate der Nachtlichtemission (ΔNLE) wird als die logarithmische Differenz zwischen 2013 und 2007 berechnet. Die Schätzungen in den Spalten (1) und (2) enthalten NUTS-2 Fixed Effects, jene in den Spalten (3) und (4) NUTS-3 Fixed Effects, t-Statistik in Klammern, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001,

Quelle: Berechnungen der Autoren.

für die anfängliche Nachtlichtemission vor Beginn der Förderperiode, den Anteil der städtischen Fläche, den Anteil der Agrarfläche und die Bevölkerung (Vektor  $X_{i,j}$ ) in Gemeinde  $i$  in NUTS-2-(NUTS-3-)Region  $j$ . Zusätzlich verwenden wir NUTS-2 (NUTS-3) Fixed Effects  $\phi_j$ , um alle unbeobachteten, zeitinvarianten Faktoren zu berücksichtigen, die zwischen den NUTS-2-(NUTS-3-)Regionen variieren. Wir schätzen daher folgendes Modell,

$$\Delta NLE_{i,j} = \beta_0 + \beta_1 \text{Förderung}_{i,j} + \beta_2 X_{i,j} + \phi_j + \varepsilon_{i,j}$$

in dem das Wachstum der Nachtlichtemission in einer Förderperiode,  $\Delta NLE_{i,j}$ , von der Gesamtförderung mit EU-Mitteln und oben beschriebenen Kontrollvariablen abhängt. Da die Verteilung der Fördermittel stark rechtsschief ist, nutzen wir die Inverse Hyperbolic Sine Transformation, um die Förderbeträge zu normalisieren.<sup>5</sup> Das Wachstum der Nachtlichtemission ist definiert als  $\Delta NLE = \log(NLE_{t-1}) - \log(NLE_t)$ , d.h. als die logarithmische Differenz zwischen der Nachtlichtemission im letzten und im ersten Jahr der jeweiligen Förderperiode.

Wenn die Förderung unkorreliert mit den wirtschaftlichen Bedingungen ist, sobald wir für diese Merkmale kontrollieren, ergibt  $\beta_1$  den kausalen Effekt der EU-Förderung auf das Wachstum der gesamten Nachtlichtemissionen. Da wir in unserem Setting je-

<sup>5</sup> Die Inverse Hyperbolic Sine Transformation (IHS), definiert als  $\log(x + \sqrt{x^2 + 1})$ , ist vergleichbar mit dem natürlichen Logarithmus: Sie gleicht 0, wenn  $x = 0$  ist und der Gradient approximiert den Gradienten von  $\log(x)$  besser als  $\log(1+x)$  für kleine Werte von  $x$ . Außer für sehr kleine Werte von  $x$  kann die über IHS transformierte Variable daher genauso interpretiert werden wie eine logarithmische Transformation.

doch nicht überprüfen können, ob dies tatsächlich der Fall ist, sollten die hier vorgestellten Ergebnisse nur als Korrelationen und nicht als kausale Schätzungen interpretiert werden. In diesem Sinne beantworten unsere Ergebnisse die Frage, ob Gemeinden, die mehr Fördermittel erhalten haben, stärker gewachsen sind – und nicht, ob die Finanzierung zu stärkerem Wachstum geführt hat.

**ERGEBNISSE**

Die Ergebnisse für die erste Förderperiode von 2007–2013 sind in Tabelle 1 abgebildet. In Spalte (1) vergleichen wir, wie die Wachstumsrate der nächtlichen Lichtemission zwischen Gemeinden mit gegebener Nachtlichtemission im Jahr 2007 innerhalb einer NUTS-2-Region mit der erhaltenen Förderung variiert. Wir schätzen einen Koeffizienten von 0,00737. Der Koeffizient zeigt an, dass ein Anstieg der EU-Förderung um 1% ceteris paribus mit einem um 0,007% höheren Wachstum der Nachtlichtemissionen einhergeht. Wenn man nun die von uns geschätzte Korrelation zwischen dem Wachstum des BIP und der Nachtlichtemission auf NUTS-3-Ebene von 0,194 als Maßstab nimmt, ergibt sich ein Effekt von  $0,00737 \times 0,194 = 0,00143$ . Das bedeutet, dass im Zeitraum 2007–2013 eine Erhöhung der EU-Fördermittel um 1% mit einem um 0,0014% höheren BIP-Wachstum verbunden war. Die Spalten (2)–(4) zeigen, dass sich der von uns geschätzte Effekt der EU-Förderung nicht ändert, wenn weitere Kontrollvariablen hinzugefügt oder anstatt fixer Effekte auf NUTS-2-Ebene fixe Effekte auf NUTS-3-Ebene berücksichtigt werden.

Auch für die Förderperiode 2014–2020 zeigt sich dieser positive Zusammenhang, wie in Tabelle 2 zu sehen ist. Die Wachstumselastizität der Nachtlichtemission liegt je nach Spezifikation zwischen 0,0105 und 0,0116. Das bedeutet, dass der Erhalt von 1% mehr EU-Fördermitteln ceteris paribus mit einem um 0,01% höheren Wachstum der nächtlichen Lichtemissionen verbunden ist. Dies entspricht einem etwa 0,002% höheren BIP-Wachstum im Zeitraum 2014–2020. Die positive Assoziation zwischen der EU-Förderpolitik und dem Wachstum der Nachtlichtemissionen bleibt auch bestehen, wenn (i) anstatt der Inverse Hyperbolic Sine Transformation der Fördersummen eine Log-Transformation oder gar keine Transformation vorgenommen wird, (ii) anstatt der Förderhöhe die Anzahl der geförderten Projekte pro Gemeinde betrachtet wird, oder (iii) Spillover-Effekte berücksichtigt werden, indem die Förderung in den angrenzenden Gemeinden in die Regressionsgleichung mit aufgenommen wird.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Die Effekte der EU-Regionalpolitik werden darüber hinaus auch in den anderen Maßen sichtbar, die auf Tageslicht-Satellitenaufnahmen basieren: Eine stärkere Förderung auf der Gemeindeebene geht nicht nur mit einem höheren Wachstum der Nachtlichtemissionen einher, sondern auch mit einem höheren Anteil städtischer Fläche. Darüber hinaus ist in unseren Daten eine Reduktion des MODIS Vegetationsindex in den geförderten Gemeinden erkennbar. Im Zuge der geförderten Projekte und der damit verbundenen Bautätigkeit wur-

## ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Unsere Studie zeigt, dass Fernerkundungsdaten effektiv für ein Monitoring lokaler Politikmaßnahmen genutzt werden können. Für eine Pilotregion im Grenzgebiet zwischen Deutschland, Polen und Tschechien wurde eine Förderdatenbank, die sämtliche durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und den Kohäsionsfonds im Zeitraum 2007–2020 geförderten Projekte enthält, entwickelt und mit Fernerkundungsdaten zusammengeführt, um die kleinräumigen, ökonomischen Auswirkungen der EU-Regionalpolitik zu messen. Ein zentrales Ergebnis unserer Studie ist, dass ein positiv und statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen EU-Förderung und Nachtlichtemissionen auf Gemeindeebene besteht. Im Vergleich zur vorherigen Literatur erlaubt der von uns entwickelte Ansatz eine räumlich feingliedrigere Analyse der ökonomischen Effekte der EU-Regionalpolitik.

Da sich die Verfügbarkeit und Qualität von Satellitendaten von Jahr zu Jahr erheblich verbessert, können mit unserem Ansatz in Zukunft auch weitere Auswirkungen der EU-Regionalpolitik in den Blick genommen werden, zum Beispiel Indikatoren der Lebensqualität wie Umwelt- und Luftverschmutzung oder Zugang zu öffentlicher Infrastruktur.

Für eine evidenzbasierte Evaluation der EU-Regionalpolitik ist es unerlässlich, der Wissenschaft umfangreichere Daten zu den mit EU-Mitteln geförderten Projekten zur Verfügung zu stellen. Die hier genutzten Mikrodaten auf Projektebene wurden im Rahmen dieses Projekts für die betrachtete Pilotregion zusammengetragen und auf der Ebene von Gemeinden geolokalisiert. Eine in diesem Sinne einheitlich aufbereitete und mehrere Förderperioden umfassende EU-weite Förderdatenbank würde es ermöglichen, den in dieser Studie entwickelten Ansatz auf alle EU-Mitgliedsstaaten auszudehnen und die Effekte der EU-Regionalpolitik regelmäßig zu evaluieren. Ein verbesserter Datenzugang würde somit auch zu einer höheren Transparenz der EU-Regionalförderung beitragen.

## LITERATUR

- Bachtrögler-Unger, J., M. Dolls, P. Schüle, H. Taubenböck und M. Weigand (2021), *Evaluating EU Cohesion Policy Using Satellite Data*, Bertelsmann Stiftung, verfügbar unter: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/evaluating-eu-cohesion-policy-using-satellite-data-en>.
- Bachtrögler, J., M. Doussineau und P. Reschenhofer (2020), *Dataset of Projects Co-funded by the ERDF During the Multi-Annual Financial Framework 2014-2020 (No. JRC120637)*, Technical Report, Joint Research Centre, European Commission.
- Bachtrögler, J., C. Hammer, W. H. Reuter und F. Schwendinger (2019), »Guide to the Galaxy of EU Regional Funds Recipients: Evidence from New Data«, *Empirica* 46(1), 103–150.
- Becker, S. O., P. H. Egger und M. von Ehrlich (2010), »Going NUTS: The Effect of EU Structural Funds on Regional Performance«, *Journal of Public Economics* 94(9–10), 578–590.

de die Siedlungs- und Verkehrsfläche vergrößert, was zu einem Verlust an vegetativer Aktivität geführt hat.

Tab. 2

### Zusammenhang zwischen dem Wachstum der Nachtlichtemission und der EU-Förderung im Zeitraum 2014–2020

	(1)	(2)	(3)	(4)
	$\Delta$ NLE	$\Delta$ NLE	$\Delta$ NLE	$\Delta$ NLE
Förderbetrag	0,0116*** (21,62)	0,0107*** (19,82)	0,0115*** (21,09)	0,0105*** (19,36)
$\log(\text{NLE}_{2014})$	-0,212*** (-146,84)	-0,221*** (-140,88)	-0,216*** (-147,92)	-0,226*** (-142,15)
Anteil der Siedlungsfläche		-0,0539 (-1,61)		-0,189*** (-5,34)
Anteil der Ackerfläche		-0,0913*** (-10,74)		-0,101*** (-11,06)
Bevölkerung		0,0000373*** (20,40)		0,0000695*** (23,15)
NUTS-2 FE	Ja	Ja	-	-
NUTS-3 FE	-	-	Ja	Ja

Anmerkungen: Diese Tabelle zeigt die Ergebnisse von vier separaten Regressionen des Wachstums der Nachtlichtemission im Zeitraum 2014–2020 auf den von jeder Gemeinde erhaltenen Gesamtförderbetrag. Die Wachstumsrate der Nachtlichtemission ( $\Delta$ NLE) wird als die logarithmische Differenz zwischen 2014 und 2019 berechnet. Die Schätzungen in den Spalten (1) und (2) enthalten NUTS-2 Fixed Effects, jene in den Spalten (3) und (4) NUTS-3 Fixed Effects, t-Statistik in Klammern, \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ .

Quelle: Berechnungen der Autoren.

- Becker, S. O., P. H. Egger und M. von Ehrlich (2018), »Effects of EU Regional Policy: 1989–2013«, *Regional Science and Urban Economics* 69, 143–152.
- Beugelsdijk, M. und S. C. Eijffinger (2005), »The Effectiveness of Structural Policy in the European Union: An Empirical Analysis for the EU-15 in 1995–2001«, *JCMS: Journal of Common Market Studies* 43(1), 37–51.
- Boldrin, M. und F. Canova (2001), »Inequality and Convergence in Europe's Regions: Reconsidering European Regional Policies«, *Economic Policy* 16(32), 206–253.
- Cappelen, A., F. Castellacci, J. Fagerberg und B. Verspagen (2003), »The Impact of EU Regional Support on Growth and Convergence in the European Union«, *JCMS: Journal of Common Market Studies* 41(4), 621–644.
- Cerqua, A. und G. Pellegrini (2018), »Are We Spending too Much to Grow? The Case of Structural Funds«, *Journal of Regional Science* 58(3), 535–563.
- Chen, X. und Nordhaus, W. D. (2011), »Using Luminosity Data as a Proxy for Economic Statistics«, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(21), 8589–8594.
- Dall'Erba, S. und F. Fang (2017), »Meta-Analysis of the Impact of European Union Structural Funds on Regional Growth«, *Regional Studies* 51(6), 822–832.
- Dall'Erba, S. und J. Le Gallo (2008), »Regional Convergence and the Impact of European Structural Funds over 1989–1999: A Spatial Econometric Analysis«, *Papers in Regional Science* 87(2), 219–244.
- Eggert, W., M. von Ehrlich, R. Fenge und G. König (2007), »Konvergenz- und Wachstumseffekte der europäischen Regionalpolitik in Deutschland«, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 8(2), 130–146.
- Henderson, J. V., A. Storeygard und D. N. Weil (2012), »Measuring Economic Growth from Outer Space«, *American Economic Review* 102(2), 994–1028.
- Lessmann, C. und A. Seidel (2017), »Regional Inequality, Convergence, and Its Determinants – A View from Outer Space«, *European Economic Review* 92, 110–132.
- Maynou, L., M. Saez, A. Kyriacou und J. Bacaria (2016), »The Impact of Structural and Cohesion Funds on Eurozone Convergence, 1990–2010«, *Regional Studies* 50(7), 1127–1139.
- Pellegrini, G., F. Terribile, O. Tarola, T. Muccigrosso und F. Busillo (2013), »Measuring the Effects of European Regional Policy on Economic Growth: A Regression Discontinuity Approach«, *Papers in Regional Science* 92(1), 217–233.
- Rodríguez-Pose, A. und U. Fratesi (2004), »Between Development and Social Policies: The Impact of European Structural Funds in Objective 1 Regions«, *Regional Studies* 38(1), 97–113.